

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004127

International filing date: 09 March 2005 (09.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-068003
Filing date: 10 March 2004 (10.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 June 2005 (09.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 1 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 6 8 0 0 3

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

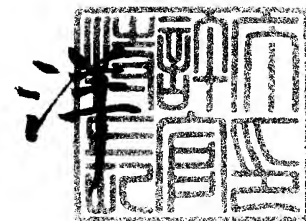
J P 2 0 0 4 - 0 6 8 0 0 3

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 5 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2047760028
【提出日】 平成16年 3月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H03G 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
 【氏名】 宇田川 昌治
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
 【氏名】 荒屋敷 護
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 原 義博
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷲田 公一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

ボウ変調方式を用いた送信装置であって、
振幅変調信号に応じて高周波位相変調信号の振幅を変化させる高周波電力増幅器と、
前記高周波電力増幅器の前段側に設けられ、利得制御信号に応じて前記高周波位相変調信号の信号レベルを変化させて前記高周波電力増幅器に出力する可変利得増幅部と
を具備し、
前記可変利得増幅部は、
前記振幅変調信号をリニア－log変換するリニア－log変換回路と、
変換された振幅変調信号に基づいて前記高周波位相変調信号の瞬時振幅制御を行う可変利得増幅器と
を具備することを特徴とする送信装置。

【請求項 2】

前記可変利得増幅部は、前記利得制御信号に基づいて前記高周波位相変調信号の平均信号レベルを制御する第2の可変利得増幅器を、さらに具備することを特徴とする請求項1に記載の送信装置。

【請求項 3】

前記可変利得増幅部は、前記リニア－log変換回路によって変換された振幅変調信号と前記利得制御信号とを加算する加算回路を、さらに具備し、
前記可変利得増幅器は、加算後の信号に基づいて前記高周波位相変調信号の平均信号レベル制御と瞬時振幅制御を行う
ことを特徴とする請求項1に記載の送信装置。

【請求項 4】

前記高周波電力増幅器に、前記振幅変調信号に応じた電源電圧、または所定の固定電源電圧を選択的に供給する電源電圧供給手段を、さらに具備し、
第1のモード時には、前記高周波電力増幅器に前記振幅変調信号に応じた電源電圧を供給することにより前記高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させ、
第2のモード時には、前記高周波電力増幅器に前記固定電源電圧を供給することにより前記高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させると共に、前記可変利得増幅部によって、前記利得制御信号による利得制御に加えて、前記振幅変調信号による振幅制御を行う
ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の送信装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 送信装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、特にポーラ変調方式を用いた送信装置の信号増幅部に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、包絡線変動成分を含む変調信号を増幅する高周波電力増幅器には、包絡線変動成分を線形に増幅するためにＡ級またはＡＢ級の線形増幅器が用いられてきた。このような線形増幅器は、線形性には優れている反面、常時直流バイアス成分に伴う電力を消費しているために、Ｃ級ないしＥ級等の非線形増幅器に比べて電力効率が低い。このため、このような高周波電力増幅器を、電池を電源とする携帯型の無線機に適用した場合、高周波電力増幅器の電力消費量が多いため使用時間が短くなってしまいう事情があった。また、大電力の送信装置を複数設置する無線システムの基地局装置に適用した場合においては、装置の大型化や発熱量の増大を招いてしまいう事情があった。

【０００３】

そこで、高効率の送信装置として提案された、ポーラ変調方式を用いた送信装置が提案されている。図７に示すように、ポーラ変調方式を用いた送信装置は、振幅位相分離部１０と、振幅変調信号増幅器１１と、周波数シンセサイザ１２と、非線形増幅器である高周波電力増幅器１３とを有する。

【０００４】

振幅位相分離部１０はベースバンド変調信号Ｓ１を入力し、これをベースバンド振幅変調信号Ｓ２とベースバンド位相変調信号Ｓ３に分離する。ベースバンド振幅変調信号Ｓ２は振幅変調信号増幅器１１を介して高周波電力増幅器１３の電源電圧として非線形の高周波電力増幅器１３に供給される。ベースバンド位相変調信号Ｓ３は周波数シンセサイザ１２に入力される。周波数シンセサイザ１２はベースバンド位相変調信号Ｓ３で搬送波信号を位相変調することにより高周波位相変調信号Ｓ４を得、これを高周波電力増幅器１３に送出する。これにより、高周波電力増幅器１３は、ベースバンド振幅変調信号Ｓ２に応じた電源電圧の基で高周波位相変調信号Ｓ４を増幅し、これを送信出力信号Ｓ５として出力する。

【０００５】

次に、このポーラ変調方式を用いた送信装置の動作を説明する。まず、ベースバンド変調信号Ｓ１を $S_i(t)$ とすると、 $S_i(t)$ は次式で表すことができる。

【０００６】

【数１】

$$S_i(t) = a(t) \exp[j\phi(t)] \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $a(t)$ は振幅データ、 $\exp[j\phi(t)]$ は位相データをそれぞれ示す。

【０００７】

振幅位相分離部１０により $S_i(t)$ から振幅データ $a(t)$ と位相データ $\exp[j\phi(t)]$ が抽出される。ここで、振幅データ $a(t)$ はベースバンド振幅変調信号Ｓ２に、位相データ $\exp[j\phi(t)]$ はベースバンド位相変調信号Ｓ３に、それぞれ対応する。振幅データ $a(t)$ は振幅変調信号増幅器１１で増幅されて高周波電力増幅器１３に与えられる。これにより、高周波電力増幅器１３の電源電圧値が振幅データ $a(t)$ に基づいて設定される。

【０００８】

周波数シンセサイザ１２は搬送波角周波数 ω_c を位相データ $\exp[j\phi(t)]$ で変調した高周波位相変調信号Ｓ４を生成し、これが高周波電力増幅器１３に入力される。ここで、高周波位相変調信号Ｓ４を S_c とすると、 S_c は次式で表すことができる。

【０００９】

【数 2】

$$S_c = \exp j [\omega_c t + \phi(t)] \dots\dots\dots (2)$$

そして、高周波電力増幅器 13 に非線形増幅器を用いることで、この高周波電力増幅器 13 の電源電圧値 $a(t)$ と周波数シンセサイザ 12 の出力信号とを掛け合わせた信号が高周波電力増幅器 13 の利得 G だけ増幅された送信出力信号 S_5 が得られる。ここで、送信出力信号 S_5 を RF 信号 S_{rf} とすると、RF 信号 S_{rf} は次式で表すことができる。

【0010】

【数 3】

$$S_{rf} = G a(t) S_c = G a(t) \exp j [\omega_c t + \phi(t)] \dots\dots\dots (3)$$

高周波電力増幅器 13 に入力される信号は、振幅方向の変動成分を持たない位相変調信号であるため定包絡線信号となる。したがって、高周波電力増幅器 13 として効率の良い非線形増幅器を使用できるので、高効率の送信装置を提供することができる。この種のポーラ変調を用いた技術は、例えば特許文献 1 や特許文献 2 に記載されている。

【特許文献 1】 特許第 3207153 号公報

【特許文献 2】 特開 2001-156554 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、ポーラ変調方式を用いた従来の送信装置にあっては、高周波電力増幅器 13 の出力電力を制御する場合、高周波電力増幅器 13 は非線形増幅器のため入力信号に対して出力信号は線形に変化しない。したがって、送信電力制御信号（以下これを利得制御信号と呼ぶ）による平均信号レベルの制御も、ベースバンド振幅変調信号による瞬時振幅制御と同様に電源電圧を変化させて行う必要がある。この場合、出力電力の制御範囲がリーク電力や電源電圧に対するトランジスタの動作限界等によって制限されるという事情があった。

【0012】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

かかる課題を解決するため本発明の一つの態様の送信装置は、ポーラ変調方式を用いた送信装置であって、振幅変調信号に応じて高周波位相変調信号の振幅を変化させる高周波電力増幅器と、高周波電力増幅器の前段側に設けられ、利得制御信号に応じて高周波位相変調信号の信号レベルを変化させて高周波電力増幅器に出力する可変利得増幅部とを具備する構成を採る。

【0014】

この構成によれば、可変利得増幅部によって高周波位相変調信号の利得制御を行うようにしたので、高周波位相変調信号の増幅処理を全て高周波電力増幅器に受け持たせる場合と比較して、高周波電力増幅器と可変利得増幅部との増幅処理の組み合わせによって、高周波電力増幅器の性能を加味した増幅処理を行うことができ、ダイナミックレンジの広い送信出力電力を得ることができるようになる。

【0015】

本発明の一つの態様の送信装置は、高周波電力増幅器に、振幅変調信号に応じた電源電圧、または所定の固定電源電圧を選択的に供給する電源電圧供給手段を、さらに具備し、第 1 のモード時には、高周波電力増幅器に振幅変調信号に応じた電源電圧を供給することにより高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させ、第 2 のモード時には、高周波電力増幅器に固定電源電圧を供給することにより高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させると共に、可変利得増幅部によって、利得制御信号による利得制御に加えて、振幅変調信号による振幅制御を行う構成を採る。

【0016】

この構成によれば、第1モード時（例えば高レベルの送信出力電力を得る場合）には、高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることで、電力効率を著しく高めることができる。また第2モード（例えば低レベルの送信出力電力を得る場合）には、高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させつつ、可変利得増幅部で振幅変調信号による振幅制御を行う。この結果、高周波電力増幅器による電力効率を高く保ちつつ、高周波位相変調信号に対して、広いレベルに亘って、利得制御信号による平均信号レベル制御と振幅変調信号による瞬時振幅制御とを良好に施すことができるようになる。

【0017】

本発明の一つの態様の送信装置は、可変利得増幅部は、利得制御信号に基づいて高周波位相変調信号の平均信号レベルを制御する可変利得増幅器と、振幅変調信号に基づいて高周波位相変調信号の瞬時振幅制御を行う掛算器とを具備する構成を採る。

【0018】

この構成によれば、高周波電力増幅器に固定電源電圧の基で線形動作を行わせる場合に、可変利得増幅器によって、平均信号レベル制御と瞬時振幅制御とを行うことができるようになる。

【0019】

本発明の一つの態様の送信装置は、可変利得増幅部は、振幅変調信号をリニア－log変換するリニア－log変換回路と、変換された振幅変調信号に基づいて前記高周波位相変調信号の瞬時振幅制御を行う可変利得増幅器とを具備する構成を採る。また本発明の一つの態様の送信装置は、可変利得制御部は、利得制御信号に基づいて前記高周波位相変調信号の平均信号レベルを制御する第2の可変利得増幅器を、さらに具備する構成を採る。

【0020】

この構成によれば、平均信号レベル制御と瞬時振幅制御の両方を可変利得増幅器によって行うことができるので、高周波位相変調信号を増幅する信号ライン上の構成を簡単化できるとともに、汎用性を増すことができ、使い勝手も向上させることができる。

【0021】

本発明の一つの態様の送信装置は、可変利得増幅部は、リニア－log変換回路によって変換された振幅変調信号と利得制御信号とを加算する加算回路を、さらに具備し、可変利得増幅器は、加算後の信号に基づいて高周波位相変調信号の平均信号レベル制御と瞬時振幅制御を行う構成を採る。

【0022】

この構成によれば、平均信号レベル制御と瞬時振幅制御を同一の可変利得増幅器で行うことができるようになるので、そのぶん可変利得増幅器の段数を減らすことができ、回路規模を削減できる。

【0023】

本発明の一つの態様の送信電力制御方法は、送信信号を高周波電力増幅器により電力増幅して出力する際の送信電力制御方法であって、第1モード時に高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させ、高周波電力増幅器の電源電圧で振幅変調と平均出力レベルの制御を行うステップと、第2モード時に高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させ、高周波電力増幅器の前段で、送信信号の平均出力レベルの制御とこの平均出力レベル制御された送信信号の振幅変調を行うステップとを含むようにする。

【発明の効果】

【0024】

このように本発明によれば、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0026】

（実施の形態1）

図１は、本発明の実施の形態を説明するための送信装置の概略構成を示すブロック図である。送信装置１００は、ベースバンド変調信号Ｓ１をポーラ変調方式を用いて送信するようになっている。

【００２７】

送信装置１００は、ベースバンド変調信号Ｓ１を振幅位相分離部１０１に入力する。振幅位相分離部１０１はベースバンド変調信号Ｓ１をベースバンド振幅変調信号Ｓ２とベースバンド位相変調信号Ｓ３に分離する。

【００２８】

ベースバンド振幅変調信号Ｓ２は掛算器１０２に入力される。掛算器１０２はベースバンド振幅変調信号Ｓ２と利得制御信号Ｓ１２を掛け算し、掛算結果をスイッチ１０３の端子ａに送出する。またスイッチ１０３の端子ｂには直流電圧値Ｓ１１が与えられており、スイッチ１０３はモード切換信号Ｓ１０に応じて、利得が掛けられたベースバンド振幅変調信号Ｓ２又は直流電圧値Ｓ１１を続く振幅変調信号増幅器１０４に出力する。振幅変調信号増幅器１０４は、スイッチ１０３から入力された信号から、高周波電力増幅器１０５の電源電圧を生成し、これを高周波電力増幅器１０５に供給する。ここで、振幅変調信号増幅器１０４は電源電圧をベースバンド振幅変調信号Ｓ２のレベルに応じて高効率に変化させるために、パルス幅で振幅情報を表すＤ級増幅器を用いることが好ましい。

【００２９】

これにより、送信装置１００においては、高周波電力増幅器１０５に、利得制御されたベースバンド変調信号Ｓ２に基づく電源電圧を供給するか、または直流電圧値Ｓ１１に基づく固定電源電圧を供給するかを、モード切換信号Ｓ１０に応じて選択することができるようになる。すなわち、モード切換信号Ｓ１０に応じて、高周波電力増幅器１０５を非線形動作させるか、または線形動作させるかを選択できるようになる。すなわち、スイッチ１０３は、高周波電力増幅器１０５に、ベースバンド振幅変調信号Ｓ２に応じた電源電圧、または所定の固定電源電圧を選択的に供給する電源電圧供給手段として機能する。

【００３０】

一方、ベースバンド位相変調信号Ｓ３は先ず周波数シンセサイザ１０６に入力される。周波数シンセサイザ１０６は、搬送波周波数をベースバンド位相変調信号Ｓ３で位相変調することにより高周波位相変調信号Ｓ４を得、これを可変利得増幅部１０７に送出する。

【００３１】

この実施の形態の場合、可変利得増幅部１０７は、可変利得増幅器１０８と掛算器１０９とで構成されており、高周波位相変調信号Ｓ４を可変利得増幅器１０８に入力する。可変利得増幅器１０８には、加算器１１０によって利得オフセット信号Ｓ２０ぶんだけオフセットされた利得制御信号Ｓ２１が入力される。因みに、利得オフセット信号Ｓ２０は、可変利得増幅器１０８で、高周波電力増幅器１０５を飽和動作あるいはスイッチング動作領域の非線形増幅器として動作させるのに適したレベルの信号を得ることができるように設定される。可変利得増幅器１０８は、利得制御信号Ｓ２１に応じて高周波位相変調信号Ｓ４を増幅し、増幅後の信号を掛算器１０９に送出する。

【００３２】

掛算器１０９には、スイッチ１１１を介して、ベースバンド振幅変調信号Ｓ２又は下限値制限回路１１２によって下限値が制限されたベースバンド振幅変調信号Ｓ２のいずれかが入力される。なお下限値制限回路１１２は、ベースバンド振幅変調信号Ｓ２の振幅変動の下限値を制限する。これにより、掛算器１０９は、下限値制限されたベースバンド振幅変調信号Ｓ２又は下限値制限されないベースバンド振幅変調信号Ｓ２のいずれかを、利得制御後の高周波位相変調信号Ｓ４に掛け算し、掛算結果を高周波電力増幅器１０５に送出する。

【００３３】

高周波電力増幅器１０５は、可変利得増幅部１０７から入力された高周波位相変調信号を、振幅変調信号増幅器１０４から供給された電源電圧値を用いて増幅することにより、送信出力信号Ｓ３０を得る。

【0034】

次に、送信装置100の動作を説明する。図1において、高周波電力増幅器105の動作モードは、たとえば、無線基地局から送信装置100への送信電力レベル指定、あるいは送信装置100の受信信号の状態に基づく送信電力レベルに応じて決定される。

【0035】

送信出力信号S30のレベルを大きくする場合は、高周波電力増幅器105が非線形増幅器となる動作モードが電力効率の観点から望ましい。一方、送信出力信号S30のレベルが低くなり高周波電力増幅器105が非線形増幅器として動作可能な範囲から外れる場合には、高周波電力増幅器105を線形増幅器として動作させた方が望ましい。

【0036】

この点に着目し、送信装置100では、モード切換信号S10を用意し、高周波電力増幅器105の動作モードを非線形増幅器として動作させるモードと、線形増幅器として動作させるモードとで切り換える。モード切換信号S10は、所望の送信電力レベルと高周波電力増幅器105の特性とに基づいて設定される。

【0037】

なお、送信装置100に入力されるモード切換信号S10、直流電圧値S11、利得制御信号S12、利得オフセット信号S20は、たとえば、図示しない制御部により設定される。

【0038】

図1のスイッチ103、111の接続は、送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合を示すものである。先ずこの送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合について説明する。この場合、高周波電力増幅器105は飽和動作あるいはスイッチング動作領域の非線形増幅器として動作する。この場合には、高周波電力増幅器105で高周波位相変調信号の振幅変調が行われる。具体的には、モード切換信号S10によりスイッチ103の端子aと端子cが接続されることにより、スイッチ103の端子cから出力されたベースバンド振幅変調信号S2と利得制御信号S12の掛算値が、振幅変調信号増幅器104で増幅されてから高周波電力増幅器105の電源電圧として高周波電力増幅器105に印加される。この結果、高周波電力増幅器105が振幅変調動作する。

【0039】

一方、高周波位相変調信号S4については、送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合、モード切換信号S10によりスイッチ111の端子aと端子cが接続される。この結果、下限値制限回路112によってベースバンド振幅変調信号S2の振幅変動の下限値を制限された信号が、スイッチ111を介して掛算器109に入力される。これにより、掛算器109によって可変利得増幅器108の出力とベースバンド振幅変調信号S2の振幅変動の下限値を制限した信号とが掛け合わされた信号が得られる。

【0040】

図2は非線形増幅器として用いた場合の高周波電力増幅器105の回路構成、図3は非線形増幅器として用いた場合の高周波電力増幅器105の動作を示す図である。図2に示すように、高周波電力増幅器105は、非線形増幅器120と、その入力側と出力側間に接続された寄生容量121とで表すことができる。

【0041】

図3は非線形増幅器120の電源電圧と出力電力の関係を示している。図3に示すように、非線形増幅器120では、電源電圧の二乗と出力電力とが比例する。ここで、リーク電力の大きさは、寄生容量121と非線形増幅器120の入力信号のレベル（掛算器109の出力信号のレベル）とにより定まる。

【0042】

ここで、可変利得増幅部107を設けない場合について考えると、周波数シンセサイザ106の出力はほぼ一定であるからリーク電力も一定となる。その場合、送信出力信号S30のレベルを下げるためには、非線形増幅器120の電源電圧を下げればよいが、リーク電力に制限され、一定値より出力レベルを下げるできない。

【0043】

これに対して、本実施の形態では、利得制御信号S12により可変利得増幅器108の利得を制御することで、高周波電力増幅器105に入力させる高周波位相変調信号のレベルを制御したことにより、リーク電力を低減させることが可能となる。したがって、高周波電力増幅器105において、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大させることができる。

【0044】

さらに、掛算器109によって可変利得増幅器108の出力信号をベースバンド振幅変調信号S2と掛け合わせるようにしたことにより、高周波電力増幅器105の入力レベルはベースバンド振幅変調信号S2の瞬時レベル変動に追従しかつリーク電力も低減するので、瞬時レベル変動の再現性を向上させることができる。すなわち、高周波電力増幅器105の入力を瞬時出力電力に応じて制御することができる。

【0045】

ここで、高周波電力増幅器105の入力レベルを下げすぎると、飽和動作あるいはスイッチング動作領域から外れ、電源電圧の変化に対する線形性が悪化する。そこで、この実施の形態では下限値制限回路112を設けることにより、高周波電力増幅器105の入力レベルを一定値以上に保っている。なお、掛算器109においては、送信出力信号S30に振幅変調を掛けているのではなく、振幅変動に追従してリーク電力を低減すればよいので、瞬時レベル変動の低レベル側が制限されても問題ない。

【0046】

次に、送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合について説明する。まず、スイッチ103において、モード切換信号S10により端子bと端子cとが接続される。これにより、振幅変調信号増幅器104にスイッチ103を介して直流電圧値S11が入力され、高周波電力増幅器105には振幅変調信号増幅器104から一定の電源電圧が印加される。この結果、高周波電力増幅器105は入出力関係が線形な線形増幅器として動作する。

【0047】

一方、高周波位相変調信号S4については、送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合、モード切換信号S10によりスイッチ111の端子bと端子cが接続され、下限値が制限されていないベースバンド振幅変調信号S2が掛算器109に入力される。また送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合には、利得オフセット信号S20はゼロに設定され、可変利得増幅器108には、オフセットされていない利得制御信号S20が入力される。高周波電力増幅器105は、振幅変調信号増幅器104から供給された固定電源電圧の基で掛算器109の出力を線形増幅して、送信出力信号S30を得る。

【0048】

このように、本実施の形態の送信装置100においては、送信出力信号S30のレベルが小さく、高周波電力増幅器105において飽和動作あるいはスイッチング動作領域から外れる可能性がある場合、すなわち、電源電圧の変化に対する出力電力の線形性が悪化する可能性がある場合においても、高周波電力増幅器105を線形増幅器として動作させることにより、入力信号に対する出力信号の線形性を保ちつつ、出力電力制御範囲を広げることができる。

【0049】

かくして本実施の形態によれば、送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合は、高周波電力増幅器105を非線形増幅器として用いて高周波電力増幅器105に印加される電源電圧でベースバンド振幅変調信号に基づく瞬時振幅制御と利得制御信号に基づく平均出力レベル制御を行い、送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合は、高周波電力増幅器105を線形増幅器として用い、かつ高周波電力増幅器105の前段に設けられた掛算器109で瞬時振幅制御を行い、かつ掛算器109の前段に設けられた可変利得増幅器108で平均出力レベル制御を行うようにしたことにより、広い範囲にわたって送信出力信号S30のレベルを制御することができる。

【0050】

また、高周波電力増幅器105が非線形動作時に、利得制御信号S12に応じて可変利得増幅器108の利得を制御して高周波位相変調信号S4のレベルを可変させたことにより、高周波電力増幅器105でのリーク電力を低減させることができるので、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大することができる。

【0051】

さらに、高周波位相変調信号S4を掛算器109でベースバンド振幅変調信号S2と掛け合わせたことにより、高周波電力増幅器105の入力レベルをベースバンド振幅変調信号S2の瞬時レベル変動に追従しかつリーク電力も低減するので、ベースバンド振幅変調信号S2に基づく瞬時レベル変動の再現性を向上させることができる。

【0052】

また上記特徴を有する送信装置100を、携帯無線端末装置に搭載すれば、高周波電力増幅器105は高出力電力時には非線形増幅器として動作することにより、電力効率が向上し、その分電池の消耗を防止でき、使用時間を延ばすことができる。また、高周波電力増幅器105は電力効率が向上された分、小型化でき、また、発熱量も低減できるため、これを搭載する携帯無線端末装置を小型化することもできる。

【0053】

また、本発明を、大電力の送信装置を複数設置する無線システムの基地局装置に適用すれば、高周波電力増幅器の高出力電力時の電力効率が向上するため、高周波電力増幅器を小型にできると共に発熱量を低減でき、この結果、設備の大型化を防止でき、スペース性を向上させることができる。

【0054】

(実施の形態2)

図1との対応部分に同一符号を付して示す図4に、実施の形態2の送信装置の構成を示す。送信装置200は、送信装置100と比較して、可変利得増幅部201の構成が異なることを除いて、送信装置100と同様の構成である。

【0055】

この実施の形態の可変利得増幅部201は、実施の形態1の可変利得増幅部107の掛算器109に換えて、可変利得増幅器203を有する。すなわち、実施の形態1において、掛算器109を用いて行った、ベースバンド振幅変調信号S2による高周波位相変調信号S4の瞬時振幅制御を、可変利得増幅器203を用いて行うようになされている。

【0056】

實際上、可変利得増幅部201は、スイッチ111から出力されたベースバンド振幅変調信号S2をリニア-10g変換部206に入力する。リニア-10g変換部206は、ベースバンド振幅変調信号S2を10g変換して出力する。このリニア-10g変換の仕方については詳述しないが既知のデジタル信号処理回路により容易に実現できる。10g変換されたベースバンド振幅変調信号は、ディジタル-アナログ変換回路(D/A)207及びローパスフィルタ(LPF)208を介して可変利得増幅器203の利得制御信号として可変利得増幅器203に入力される。

【0057】

また可変利得増幅部201は、利得制御信号S21をディジタル-アナログ変換回路(D/A)204及びローパスフィルタ(LPF)205を介して可変利得増幅器202の利得制御信号として可変利得増幅器202に与える。因みに、実施の形態1でも、実際にはこのD/A204及びLPF205を有するがこれを省略して説明した。

【0058】

ここで、一般に可変利得増幅器は、入力-出力間の電圧利得 V_{out}/V_{IN} が利得制御信号の指数関数となる。これを考慮して、この実施の形態では、ベースバンド振幅変調信号S2をリニア-10g変換部206で10g変換してから可変利得増幅器203の利得制御信号として供給することにより、可変利得増幅器203をベースバンド振幅変調信号S2に対して線形動作させるようになされている。換言すれば、リニア-10g変換部

206を設けたことにより、掛算器109に換えて可変利得増幅器203を用いて、高周波位相変調信号S4とベースバンド振幅変調信号S2との掛算を実現できるようになる。

【0059】

このように、掛算器109に換えて、可変利得増幅器203によってベースバンド振幅変調信号S2を利得とする掛算を行うようにしたことにより、利得制御信号S12による平均信号レベル制御と、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅制御とを、同様の構成の可変利得増幅器を用いて行うことができるようになる。これにより、増幅器の製造が容易になる。

【0060】

また可変利得増幅器は、実際には、図4のように単純に2つのブロックに分かれた構成となっているのではなく、例えば3つの従属接続された可変利得増幅器の2つを平均信号レベルを制御するための可変利得増幅器202として用い、残りの1つを瞬時振幅制御を行うための可変利得増幅器203として用いるようになる。この場合、本実施の形態のように、平均信号レベルの制御と瞬時振幅の制御を同様の可変利得増幅器に行うことができると、仕様に応じて、各制御に割り当てる可変利得増幅器の個数を容易に変更できるようになる。この結果、汎用性が増し、使い勝手も向上する。

【0061】

図5に、可変利得増幅器の構成例を示す。図中、 V_{in} は差動入力信号、 V_{out} は差動出力信号、 V_d は(差動)利得制御信号、 V_{cc} は電源電圧を示す。 R_E はエミッタ抵抗、 R_L は負荷抵抗である。差動入力信号 V_{in} が入力される入力端子に接続されたトランジスタTR5、TR6はエミッタ接地されており、コレクタに差動電流 $G_m \cdot V_{in}$ が流れる。ここで、 G_m は次式で表すことができる。

【0062】

【数4】

$$G_m = \frac{1}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \quad \dots\dots\dots (4)$$

さらに利得制御信号 V_d が入力される入力端子に接続されたトランジスタTr1、Tr2、Tr3、Tr4によって、この電流が V_d に応じて分割され、負荷抵抗 R_L で電圧降下が発生する。その結果、入出力の関係は次式のように表すことができる。

【0063】

【数5】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \cdot \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{v_d}{V_T}\right)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$V_d = -\infty$ のときは、負荷抵抗 R_L がつかっていない方(I_{X0} の方)に全電流が流れてしまうので、次式となる。

【0064】

【数6】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = 0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

逆に $V_d = +\infty$ のときは、負荷抵抗 R_L がつかっている方(I_{L0} の方)に全電流が流れるので、次式となる。

【0065】

【数 7】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{co}} + R_E} \dots\dots\dots (7)$$

また、 $V_d / V_T \ll -1$ (入力十分小さいとき) は、次式のように近似できる。

【0066】

【数 8】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} \cong \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{co}} + R_E} \cdot \exp\left(\frac{v_d}{V_T}\right) \dots\dots\dots (8)$$

すなわち入力ー出力間の電圧利得 V_{out}/V_{in} (=出力振幅に比例) が利得制御信号 (または振幅制御信号) V_d の指数関数になっている (=ログリニアになっている)。

【0067】

本実施の形態では、リニアー 1 o g 変換部 206 で 1 o g 変換した後に、可変利得増幅器 203 で指数を掛けることになるので、結果として線形となる。リニアー 1 o g 変換部 206 で行うリニアー 1 o g 変換を (5) 式の逆関数にすれば、可変利得増幅器 203 で正確な線形増幅を行うことができる。また入力十分小さいときは、リニアー 1 o g 変換部 206 で行うリニアー 1 o g 変換を (8) 式の近似式の逆関数にすれば、実用上問題ない。

【0068】

因みに、(5) 式の逆関数は次式で表される。

【0069】

【数 9】

$$v_d = -V_T \cdot \log_e \left(\frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{co}} + R_E} \cdot \frac{1}{A} - 1 \right) \dots\dots\dots (9)$$

ここで、A は振幅信号を示す。

【0070】

また (8) 式の逆関数は次式で表される。

【0071】

【数 10】

$$v_d = V_T \cdot \log_e \left(\frac{\frac{V_T}{I_{co}} + R_E}{R_L} \cdot A \right) \dots\dots\dots (10)$$

かくして本実施の形態によれば、リニアー 1 o g 変換部 206 と可変利得増幅器 203 とを設け、ベースバンド振幅変調信号 S2 を 1 o g 変換し、1 o g 変換後の信号を可変利得増幅器 203 の利得制御信号としたことにより、ベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅変動を可変利得増幅器 203 で与えることができるようになる。この結果、高周波位相変調信号 S4 に対する、利得制御信号 S12 による平均信号レベルの制御とベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅変動の両方を可変利得増幅器で行うことができるようになるので、高周波位相変調信号 S4 を増幅する信号ライン上の構成を簡単化できるとともに、汎用性を増すことができ、使い勝手も向上させることができる。

【0072】

またリニアー 1 o g 変換した値をディジタルーアナログ変換して可変利得増幅器 203

に与えることになるので、真数をディジタルーアナログ変換する場合よりも、D/A 207で必要なビット数が削減され、この結果D/A 207の構成を簡単化したり、処理時間を短くすることができる。

【0073】

なおこの実施の形態では、可変利得増幅器203によって、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動のみを与える場合について述べたが、可変利得増幅器203でベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動に加えて平均信号レベルの制御を行うこともできる。

【0074】

これを実現するための構成例を、図6に示す。図4との対応部分に同一符号を付して示す図6において、可変利得増幅部210は、加算器211でlog変換後のベースバンド振幅変調信号と利得制御信号2を加算する。これにより、可変利得増幅器203では、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動と、利得制御信号2による平均信号レベル変動を与えることができる。このようにすると、平均信号レベル制御を可変利得増幅器202と可変利得増幅器203に割り振ることができるので、可変利得増幅器202の段数を削減することができ、回路規模を削減することができる。また利得制御信号に対して各可変利得増幅器の性能が限られている場合でも、利得制御信号に応じた十分にダイナミックレンジの広い増幅処理を行うことができるようになる。

【0075】

また図6では、可変利得増幅器202でも利得制御信号1に応じた平均信号レベル制御を行っているが、場合によっては可変利得増幅器203だけで、瞬時振幅制御と平均信号レベル制御を行うことができるようになるので、一段と回路規模を削減できる。

【0076】

またこの実施の形態では、D/A 207によるディジタルーアナログ変換の前にリニアーlog変換を行う場合について述べたが、ディジタルーアナログ変換の後にリニアーlog変換を行うようにしてもよい。

【0077】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲において、具体的な構成、機能、作用、効果において、他の種々の形態によっても実施することができる。

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明の送信装置は、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を実現することができ、携帯情報端末や無線基地局等の無線通信装置に適用して好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る送信装置の概略構成を示すブロック図

【図2】 図1に示した高周波電力増幅器を非線形増幅器として用いた場合の回路構成を示す図

【図3】 図1に示した高周波電力増幅器を非線形増幅器として用いた場合の動作を説明する図

【図4】 実施の形態2の送信装置の構成を示すブロック図

【図5】 可変利得増幅器の構成例を示す接続図

【図6】 可変利得増幅部の他の構成例を示すブロック図

【図7】 従来の送信装置の構成例を示すブロック図

【符号の説明】

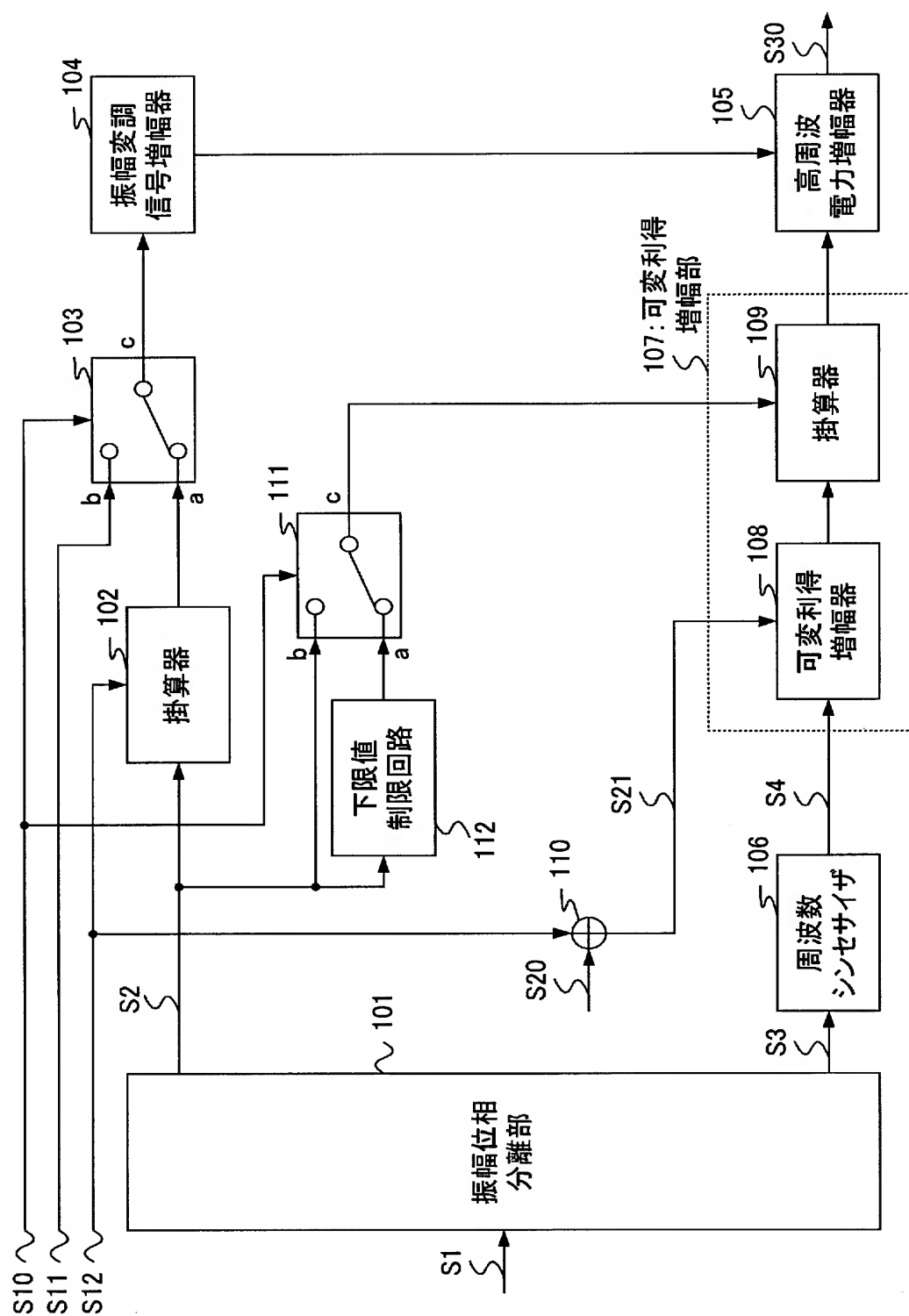
【0080】

100、200 送信装置

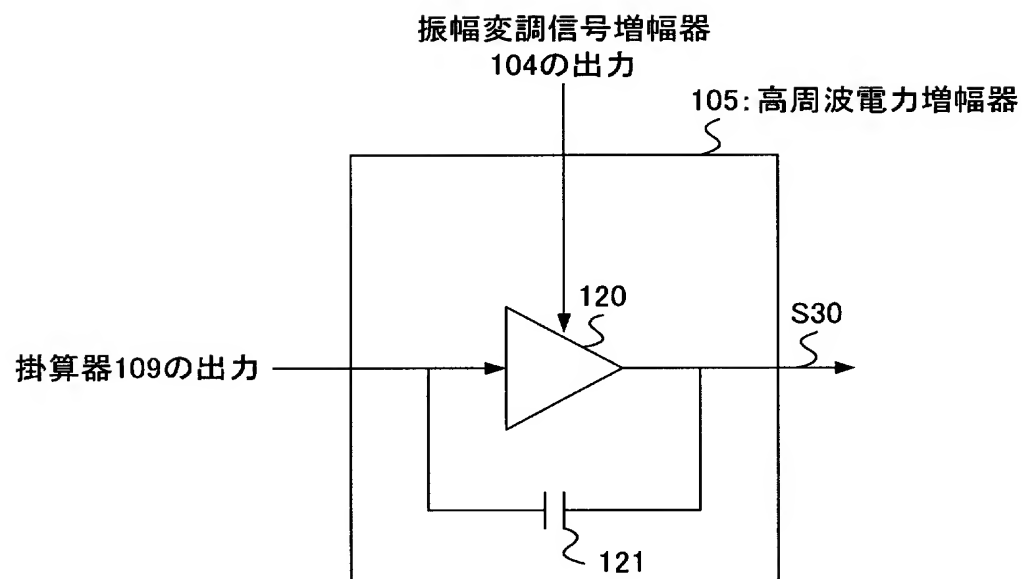
101 振幅位相分離部

1 0 2、1 0 9 掛算器
1 0 3、1 1 1 スイッチ
1 0 5 高周波電力増幅器
1 0 7、2 0 1 可変利得増幅部
1 0 8、2 0 2、2 0 3 可変利得増幅器
1 1 2 下限値制限回路
2 0 6 リニア－l o g 変換部
S 1 ベースバンド変調信号
S 2 ベースバンド振幅変調信号
S 3 ベースバンド位相変調信号
S 4 高周波位相変調信号
S 1 0 モード切換信号
S 1 1 直流電圧値
S 1 2 利得制御信号
S 3 0 送信出力信号

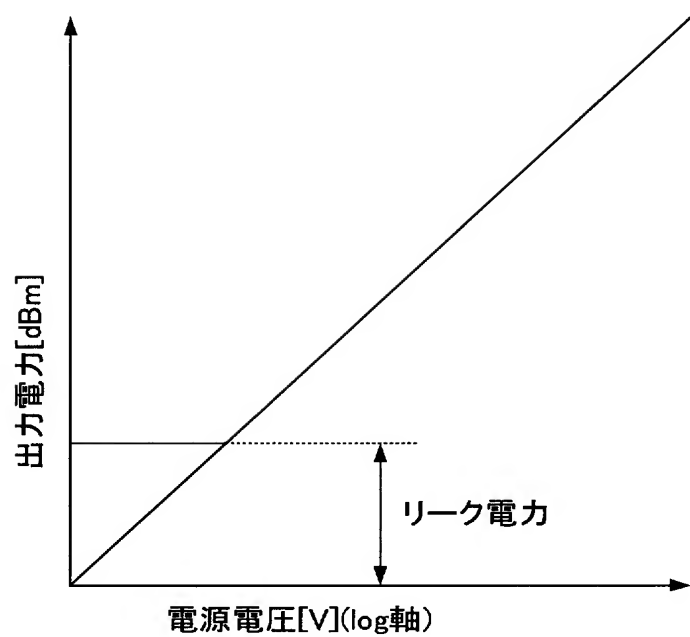
100:送信装置

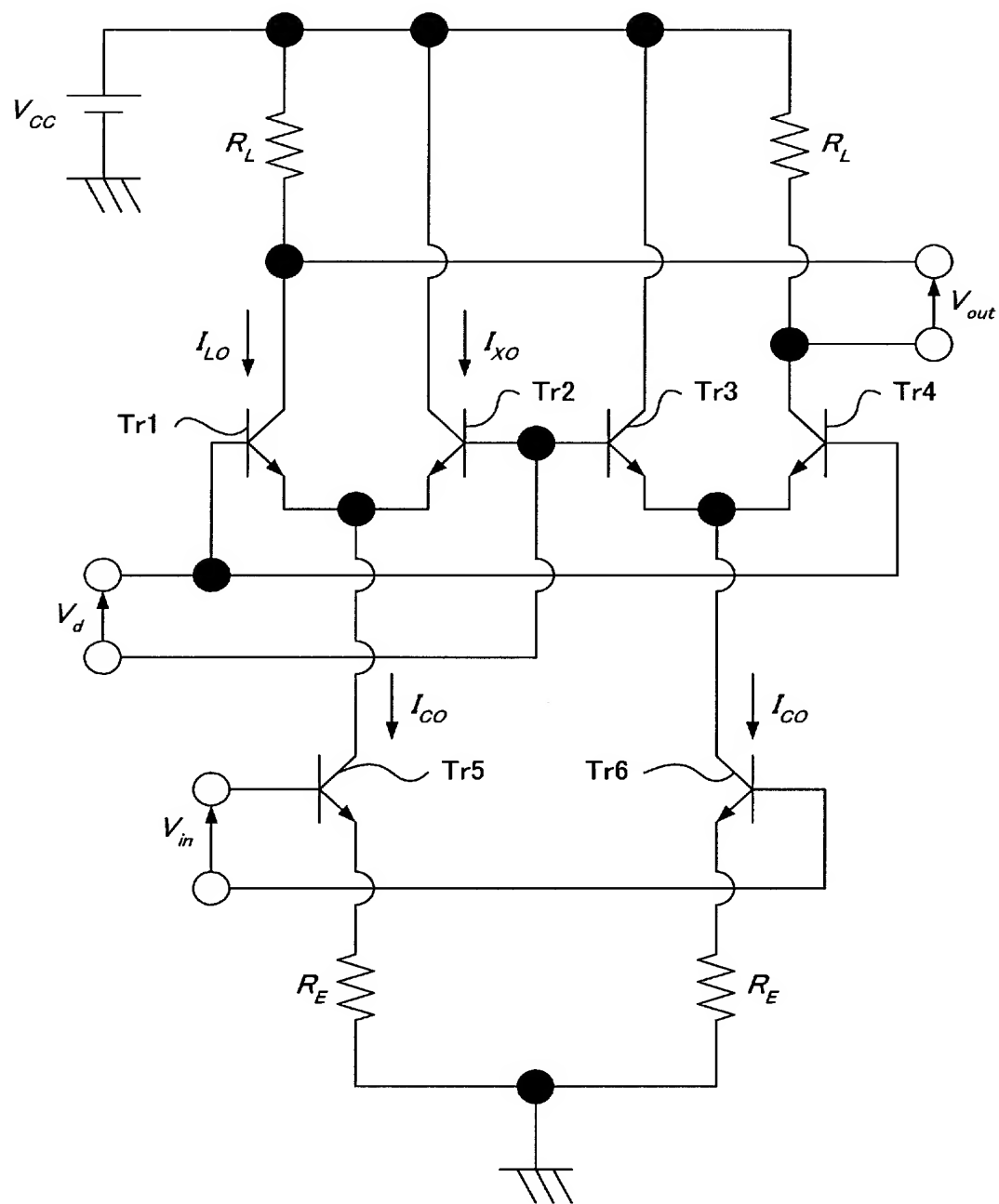


【図 2】

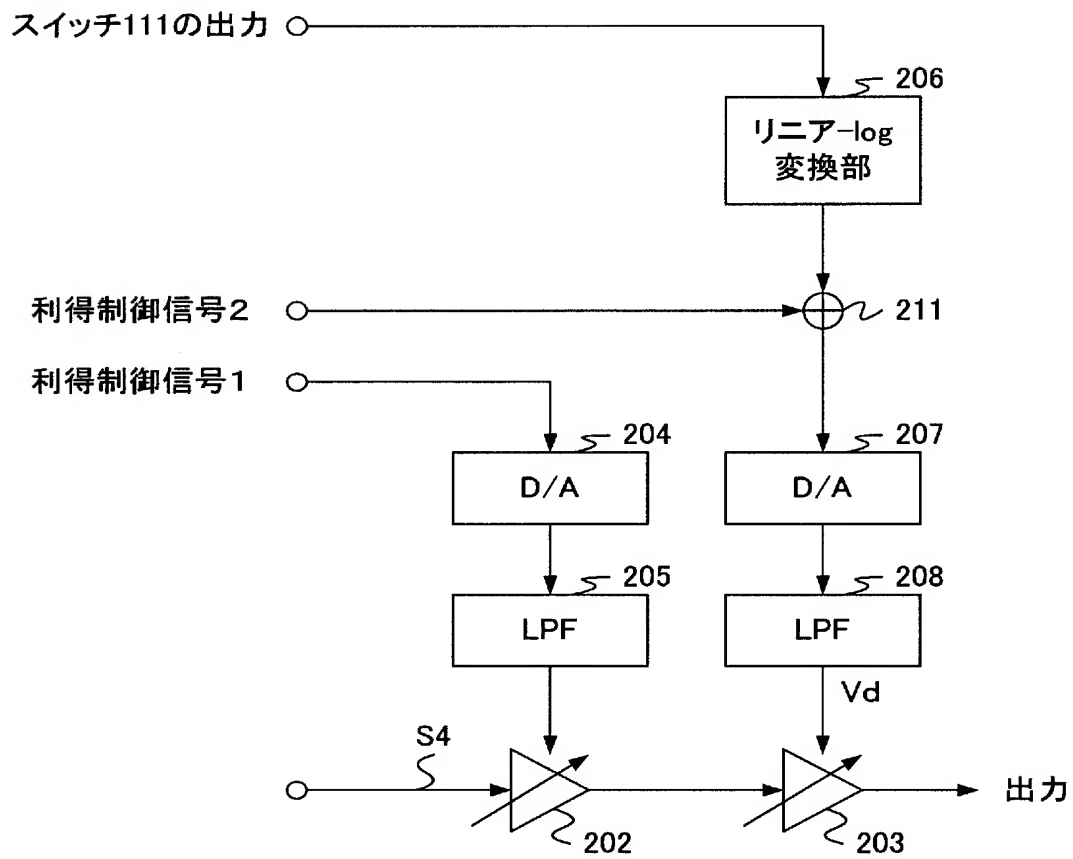


【 図 3 】

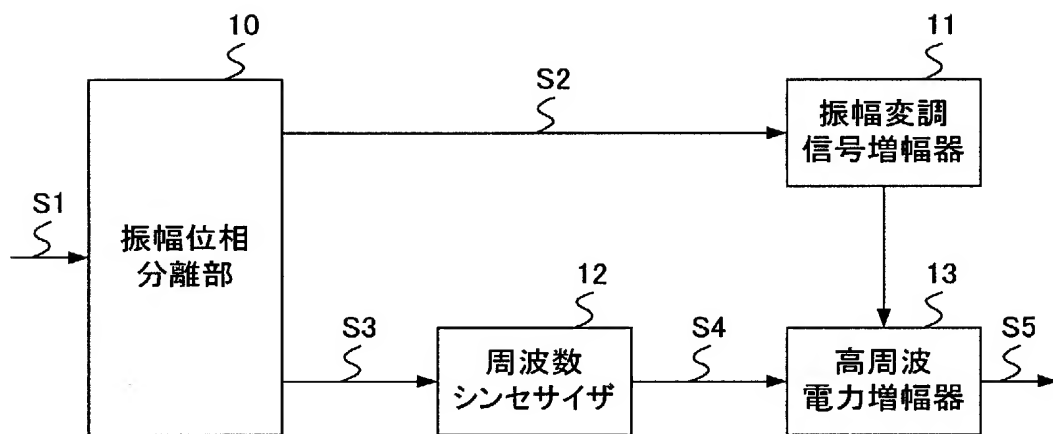




210:可変利得増幅部



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を提供すること。

【解決手段】 ベースバンド振幅変調信号 S 2 と利得制御信号 S 1 2 とに応じて高周波位相変調信号 S 4 の振幅を変化させる高周波電力増幅器 1 0 5 の前段側に、ベースバンド振幅変調信号 S 2 と利得制御信号 S 1 2 とに応じて高周波位相変調信号 S 4 の振幅を変化させる可変利得増幅部 1 0 7 を設け、高レベルの送信出力信号 S 3 0 を形成する場合には、高周波電力増幅器 1 0 5 を非線形動作させて高周波電力増幅器 1 0 5 で振幅を変化させ、低レベルの送信出力信号 S 3 0 を形成する場合には、可変利得増幅部 1 0 7 で振幅を変化させ、高周波電力増幅器 1 0 5 を線形動作させる。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社